Petrologische Untersuchungen der mineralfaziellen Zustandsbedingungen im SW- Teil der Münchberger Gneismasse

Auszug aus der

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Julius-Maximilians-Universität
Würzburg

Berichterstatter: Privatdozent Dr. R. Eigenfeld
Mitberichterstatter: Professor Dr. A. Wurm

vorgelegt von
Dipl.-Geol. Winfried Weinelt
aus Altenbuch

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juli 1955

Problemstellung

Für die Klärung der schwierigen tektonischen Verhältnisse der Münchberger Gneismasse können nur quantitative Untersuchungen die Unterlagen zu Vergleichsmöglichkeiten schaffen. Es wird hier die mineralfazielle Forschungsrichtung verfolgt.

Ausgehend von den geringer überprägten Metamorphiten im SW-Teil der inneren Münchberger Gneismasse (abgekürzt: M.M.), wurden diese zuerst untersucht und auf Grund ihres besser zu erfassenden Mineralbestandes gegliedert. Aus dem mesozonalen Kristallin kommend, konnte der randliche Entwicklungsgang zu epizonalem Charakter verfolgt werden. Dabei wurde ein besonderes Augenmerk den durch die stattgehabten Bewegungsvorgänge gegebenen mineralfaziellen Umbildungen gewidmet.

Vorliegende Arbeit wurde auf Veranlassung von Herrn Privatdozenten Dr. R. Eigenfeld in der Mineralogischen Abteilung des Mineralogisch- Geologischen Institutes der Universität Würzburg von 1953 - 1955 durchgeführt.

Stoffbestand

Bei der petrologischen Charakteristik des mesozonalen nur gering überprägten Stoffbestandes konnten drei Hauptgruppen ausgeschieden werden:

A) Helle saure Muskovitgneise, Augengneise-Metagranite, Sedimentgneise
B) Intermediäre Hornblendegneise ± Granat-führend
C) Dunkle Metabasite (Feldspatamphibolite, Granatamphibolite, Hornblendeschiefer)

Verbandsverhältnisse

Die petrographische Verfolgung der Variation der Metamorphite ergab folgende Verbandsverhältnisse: Muskovitgneise : Augengneis mit nur schmalem Übergangsbereich; Augengneis : granat-

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

führendem Hornblendegneis mit scharfer Verbandsgrenze; Sedimentgneise mit Parahornblendegneis wechsellagernd, als kontaktmetamorph veränderte Sedimenthülle der Metagranit-Augengneise von Gefrees, zusammen mit diesen im SE- Randbereich der M.M. kinetometamorph überprägt.

Auf Grund der Untersuchungen bei Gefrees wird für die Intrusion der aus den Metamorphiten der M.M. ausgliederbaren Augengneise (von metagranitischem Charakter) die Wende Kambrium/ Untersilur angenommen, wie dies K.H. SCHEUMANN und R. EIGENFELD (1952) für andere Vorkommen aus petrologischen Vergleichen bereits getan haben. Darauf wird das Alter der Kontaktmetamorphose der mit ihnen verknüpften Sedimentgneise, die durch die variskische Orogenese gemeinsam überprägt wurden, begründet. Ihre vormetamorphe stratigraphische Einstufung wird älter als Tremadoc vorgenommen, da kalkiges Sedimentmaterial im Tremadoc bisher nicht bekannt ist.

Der Verfolg des quantitativen Mineralbestandes unter Berücksichtigung des schwankenden Mafitenanteiles der Metamorphite der Hauptgruppen B und C zeigt eine Verknüpfung mit wechselnden Übergängen, die im Gelände megaskopisch jedoch nicht erkannt werden können. Auf ursprünglichen Sedimentationswechsel paragenetischer Anteile der mesozonalen Bändermetamorphite weisen die mit Marmoren, Silikatmarmoren und Kalksilikatfelsen vergesellschafteten Epidotamphibolite (die epizonal überprägt sind) hin. Es wird ein Wechsel von kalkigem oder kalkig-mergeligem mit tuffogenem Material des prämetamorphen Altbestandes der M.M. erwogen.

Umwandlungserscheinungen

Besonderes Augenmerk wurde auf die Umwandlungserscheinungen gelegt.

Es wurde festgestellt, dass das nicht epizonal überprägte Kristallin der M.M. n i c h t drittstufig k a t a z o n a l ist.(Es konnte nirgends Sillimanit beobachtet werden).

Es bestätigte sich der Hinweis von R. EIGENFELD (1952), dass die allgemein herrschenden M u s k o v i t g n e i s e (mit ihrem hohen Muskovitgehalt, durchschnittlich 16 Vol%) einer speziellen Muskovitfazies zugeordnet werden müssen, die aber ausgesprochen zweitstufig, m e s o z o n a l ist.

Hierauf verweist auch die mineralfazielle Stellung anderer wasserhaltiger Silikate, wie z.B. primärer Zoisit.

Die Umwandlung von Biotit in Metagranit-Augengneisen und Sedimentgneisen zu Granat infolge Kinetometamorphose kann durch folgende Gleichung schematisch charakterisiert werden:

$$K\,(Mg,Fe,Al)_3\,[(OH)_2\,(Si,Al)_4O_{10}] \longrightarrow (Mg,Fe)_3Al_2\,[(SiO_4)_3] + K^+$$

Biotit → Granat + Wegfuhr

Die von A. SCHÜLLER (1949) erörterte Bildung von Granat aus Muskovit kann nach meinen Befunden nur so gedeutet werden, dass einesteils dem Muskovit Biotitmolekül beigemengt ist, wie dies die Analyse eines aus einem pegmatitischen Muskovitgneis isolierten Muskovites ergab (vgl. Lage des Muskovites in dem Diagramm S.5) Andernteils wurden Biotitlamellen im Muskovit festgestellt:

$$K\,(Mg,Fe,Al)_3\,[(OH)_2(Si,Al)_4\,O_{10}] + KAl_2\,[(OH)_2Si_3AlO_{10}] \longrightarrow (Mg,Fe)_3Al_2[SiO_4]_3$$

Biotit + Muskovit → Granat +

+ K-Al-Silikat in Lösung

In Metagraniten scheint die Bildung von Muskovit (Serizit) und Biotit aus Cordierit erfolgt zu sein:

$$3\,(Mg,Fe)_2Al_4Si_5O_{18} + K\text{-Zufuhr} \longrightarrow 2\,K\,(Mg,Fe)_3\,[(OH)_2Si_3Al\,O_{10}]$$

Cordierit → Biotit

$$+\ 3\,KAl_2\,[(OH)_2\,Si_3Al\,O_{10}]$$

Muskovit (Serizit)

Diese Metagranite scheinen bei ihrer Intrusion vermutlich Dachgesteine assimiliert zu haben. Aus diesen Erwägungen heraus wird auch der granodioritische bis trondhjemitische Chemismus der Metamagmatite von Weickenreuth (A. SCHÜLLER 1949) verständlich.

An den Rändern der M.M. erfolgte infolge kinetometamorpher Durchbewegungen eine starke Umprägung zu ausgesprochen t e k t o n i t i s c h e n G e s t e i n e n mit erheblich petrofazieller Verschiebung in Richtung zum erststufigen e p i z o n a l e n N i v e a u. So wurden die Gneise zu diaphthoritischen Gneisphylloniten ausgeschiefert, Amphibolite (die auf die sich ändernden Faziesbedingungen besonders gut reagieren) in Zoisit-Epidot-Amphibolite, Epidotamphibolite, Epidotamphibolite

mit glaukophanähnlicher Hornblende übergeführt und zuletzt in diaphthoritische Amphibolitphyllonite bis zu Prasiniten ausgeplättet. Hier erfolgte eine isofazielle Angleichung der Basis der Hangendserie der M.M. an die durch denselben tektonischen Bewegungsvorgang hervorgerufene Mineralfazies der liegenden Prasinitserie, die aus Diabasen und Diabastuffen altpaläozoischen Alters hervorgegangen ist.

Fazielle Umwandlungen

Mesozonales Ausgangsmaterial:

Gneise, Hornblendegneise, Amphibolite
(unter Weglassung von Quarz)

typomorph in den Gneisen: Muskovit (+ Biotit) (+ Granat)
Orthoklas + Plagioklas

in Hornblendegneisen: Hornblende (± Granat) (+ Zoisit)
Orthoklas + Plagioklas

in den Amphiboliten: Hornblende + Zoisit + Granat
+ Plagioklas +)

Abnahme der Tiefe

Serizitisierung

Zoisitisierung und
Epidotisierung

Bildung glaukophanähnlicher
Hornbl. u. Strahlsteinbildg.

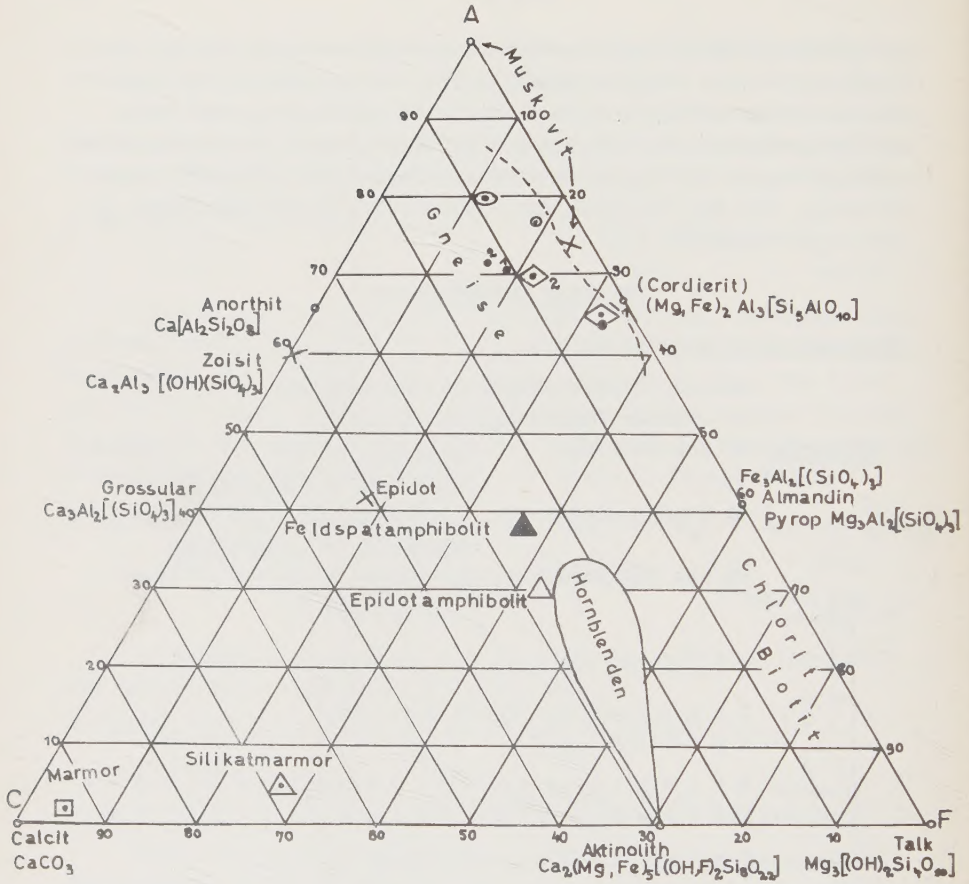
Chloritisierung

epizonaler Endzustand bis zu Diaphthorese

typomorph für die (bis phyllonitischen) Gneise:
Serizit + Chlorit

typomorph für die (bis chlorit-prasinitischen) Amphibolite:
Chlorit ± strahlsteinartige
Hornblende + Serizit + Albit
(+ Epidot) (+ Klinozoisit)

+) unterstrichen: typomorph
(+) zurücktretend, (±) zurücktretend, nicht in allen Varietäten



Darstellung der im Untersuchungsgebiet festgestellten Minerale (außer Quarz u. Feldspat) und Gesteine im A C F - Diagramm nach T.F.W. BARTH

Lage der Minerale

○ nach Angabe von BARTH

× der chemisch und optisch ermittelten Minerale

Lage der Gesteine

⊙ Muskovitgneis, Durchschnitt

● Muskovitgneis, dunkle Lage

◈ 1 Metagranit

◈ 2 Metathrondhjemitgneis

⊙ pegmatitischer Augengneis

● 1 psammitischer Paraschiefer

● 2 Orthogneis von Grafengehaig

▲ Feldspatamphibolit

△ Epidotamphibolit

⊡ Marmor

◈ Silikatmarmor

Die Tabelle soll lediglich die Umwandlungserscheinungen herausstellen, die nicht nacheinander, sondern nebeneinander ablaufen und auch abhängig sind vom Mineralbestand und Chemismus des jeweiligen Ausgangsmaterials.(S. 4)

Nach der Projektionsart von T.F.W. BARTH (1952) in kristallchemischer Hinsicht werden hier sämtliche chemisch analysierten Minerale und Gesteine eingetragen (A = Al, F = Fe, Mg, und C = Ca), wobei Si und die Alkalien keine Berücksichtigung finden.(S. 5)

Der Projektionspunkt des analysierten Muskovits liegt auf Grund seines Fe und Mg- Gehaltes deshalb in Richtung F verschoben. Es ist kennzeichnend, dass die Projektionen der Gneise im Untersuchungsgebiet eng an die Projektion dieses Muskovites heranrücken.

Während der blätterige Muskovit durch Umkristallisation unter Bedingungen der Mesozone hervorgegangen ist, bildet sich der feinschuppige Serizit unter den Bedingungen der Epizone.

Die Bildung von Serizit (neben sekundärem Klinozoisit) aus Plagioklas (Serizitalbitisierung) kann etwa nach der folgenden Gleichung gedeutet werden, wobei ein Oligoklas der Zusammensetzung $Ab_7\ An_2\ Or_1$, wie er in den Gneisen vorkommt, angenommen wird:

Plagioklas + Wasser → Serizit + Albit + Quarz

$$\begin{bmatrix} 1\ K\ AlSi_3O_8 \\ 7\ NaAlSi_3O_8 \\ 2\ CaAl_2Si_2O_8 \end{bmatrix} + n\ H_2O \rightarrow \begin{matrix} KAl_2\left[(OH)_2Si_3AlO_{10}\right] \\ + \\ Ca_2Al_3\left[(OH)/Si_3O_{12}\right] \\ \text{Klinozoisit} \end{matrix} + 6\ Na[AlSi_3O_8] + 4SiO_2$$

+ Na-Wegfuhr

In den tektonitischen Gesteinen von epizonalem Charakter bildet sich Klinozoisit aus zwei verschiedenen Ausgangsmineralen 1) aus Plagioklas, 2) aus Hornblende.

Das Instabilwerden der Hornblende führt ferner zu blaustichiger, glaukophanähnlicher Hornblende und zu blassem Aktinolith. Dieser ist typomorph für den Endzustand, der bis zur Prasinitfazies verläuft.

Der Umwandlungsvorgang der zur strahlsteinartigen Hornblende führt, soll durch folgende chemische Gleichung charakterisiert werden:

Hornblende + Wasser

$$5\ Ca_2(Mg,Fe^{\bullet\bullet},Al,Fe^{\bullet\bullet\bullet})_5\ [(OH)_2Si_8O_{22}] + x\ H_2O \longrightarrow$$

$$2\ Ca_2(Mg,Fe)_5\ [(OH)_2Si_8O_{22}] + 3\ Ca_2(Al,Fe^{\bullet\bullet\bullet})_3\ [(OH)Si_4O_{12}]$$

Strahlstein + Epidot

$$+\ (Mg,Al,Fe^{\bullet\bullet\bullet})_3\ [(OH)_4(Si,Al)_2O_5] + 8\ SiO_2$$

Chlorit (Pennin) Quarz

Diese Gleichung gilt für die Prasinitbildung aus Amphibolit, die mit den beobachteten neugebildeten Mineralen Strahlstein + Epidot + Chlorit (Pennin) + Quarz in Einklang steht.

Mineralfazieller Entwicklungsgang der unterschiedenen Hauptgruppen

A Gneise, B intermediäre Metamorphite, C Metabasite (Amphibolite)

Bisher wurden die einzelnen typischen Umwandlungserscheinungen insgesamt für alle Gesteinsserien behandelt. Im Nachfolgenden soll der mineralfazielle Entwicklungsgang für die unterschiedenen Hauptgruppen tabellarisch zusammengefasst werden:

A. Mineralfazielle Entwicklung der sauren Muskovit-Quarz-Feldspat-Gneise

Muskovitgneis, Augengneis, Sedimentgneis

(im qualitativen Mineralbestand übereinstimmend)

	Ausgangsmaterial ⟶	Umwandlung zum epizonalen Zustand
Quarz	+	+
Orthoklas	+	+ serizitisiert
Plagioklas	+ An_{8-23}	+ An_{2-8} {serizitisiert / zoisitisiert}
Muskovit	+	+ {dazu durch Sammelkristallisat.v.Serizit
Biotit	(+)	(±) chloritisiert
Granat	(+)	(±) chloritisiert
Epidot	-	+

B. Mineralfazielle Entwicklung der intermediären Hornblendegneise

	mesozonales Ausgangsmaterial	epizonale Überprägung
Quarz	+	+
Orthoklas	+	+ serizitisiert
Plagioklas	+ An_{10-32}	+ {serizitisiert zoisitisiert
Muskovit	(+)	(+)
Biotit	(+)	(+) chloritisiert
Granat	+	+ chloritisiert
Hornblende	+	+ {zoisitisiert epidotisiert chloritisiert
Zoisit	+	+ dazu sekundär
Epidot	-	(+) {aus Plagioklas und Hornblende
Chlorit	-	+
Titanit	(+)	+ {aus Rutil und Hornblende
Rutil	(+)	(+)
Erz	(+)	(+)

C. Mineralfazielle Entwicklung der mesozonalen Feldspatamphibolite bis zur epizonalen Prasinitfazies

I →	II →	III →	IV →	V
Feldspat-Amphibolite	Zoisit-Epidot-Amphibolite	Epidot-Amphibolite	Epidot-Amphibolite m.glaukophanähnl.Hornblende	Diaphthoritische Amphibolitphyllonite - Prasinite
(± Quarz)	(± Quarz)	(± Quarz)	(± Quarz)	(± Quarz)
Plagioklas An_{23-8}	Plagioklas An_{15-2}	Plagioklas An_{15-2}	Plagioklas An_{2-15}	Albit An_{2-8}
++ grüne Hornblende	++ grüne Hornblende	+ grüne Hornblende	+ grüne Hornblende	(± grüne Hornblende)
—	—	(± glaukophanähnliche Hornbl)	+ glaukophanähnl.Hornblende	—
—	—	—	(± strahlsteinartige Hornbl.)	+ strahlsteinart. Hornblende
—	+ Klinozoisit	± Klinozoisit	(± Klinozoisit)	(+ Klinozoisit)
—	± Epidot	++ Epidot	+ Epidot	(+ Epidot)
—	(± Chlorit)	(± Chlorit)	+ Chlorit	++ Chlorit

Erklärung zur Tabelle der faziellen Mineralparagenesen der Amphibolitserie

Quarz findet sich als Durchläufer in allen Fazien in geringerer oder bisweilen etwas angereicherterer Menge, so in der Fazies IV, wo sein Gehalt aus dem freiwerdenden SiO_2 der saussuritisierten Plagioklase und bei der Chloritbildung aus Hornblende herrührt.

Plagioklas ist in allen Faziesbereichen vertreten. Sein An-Gehalt nimmt von Andesin bis Albit ab. Die Albite gehen aus Zoisitisierung und Epidotisierung hervor.

Biotit tritt eigentümlicherweise nur sporadisch in der Ausgangsfazies I auf.

Grüne Hornblende hat an allen aufgeführten Mineralparagenesen teil. In der hochepizonalen Endfazies V, der chlorit-prasinitischen, tritt sie als reliktischer Gemengteil fast vollkommen zurück.

Glaukophanähnliche Hornblende stellt sich, wie aus der Tabelle ersichtlich, in der Epidot-Amphibolitfazies III zunächst nur sporadisch ein und wird besonders in Bereichen stärkerer, randlicher, tektonischer Durchbewegung als zunehmender Gemengteil in Fazies IV typomorph.

Aktinolithische (zartblassbläuliche) Hornblende charakterisiert die Fazies V der diaphthoritischen Amphibolit-Prasinite und ist für den erreichten Endzustand typomorph.

Zoisit, beinahe allgegenwärtig, jedoch mit schwankenden Anteilen, beginnt in Feldspat-Amphibolitfazies I und ist hier primärer Klinozoisit. Hinzutritt sekundärer Klinozoisit (aus Plagioklas und teilweise Hornblende neu gebildet), der bereits von II an typomorph wird.

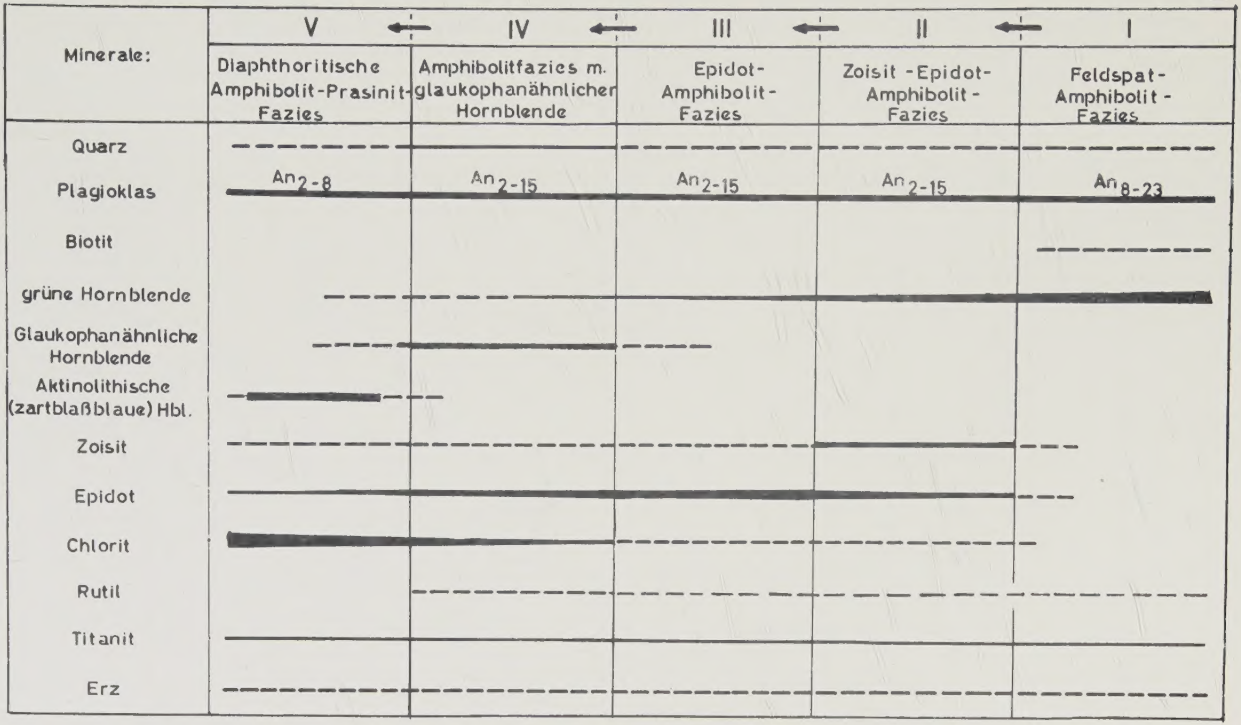
Epidot in I durch epizonale Überprägung des mesozonalen Ausgangsmaterials einsetzend. In den ausgesprochen epidotreichen Fazien III und IV vorherrschend. In V zugunsten von Klinozoisit zurücktretend, typomorph für stetige Annäherung und Einstellung epizonaler Zustandsbedingungen.

Chlorit in Fazies I,II,III erheblich zurücktretend (Überprägung), zeigt erst im Bereich randlicher Durchbewegung und Überprägung zu Tektoniten stetige Zunahme, in Richtung zum epizonalen Niveau der Fazien IV und V.

Neben Rutil, der eigentümlicherweise in Fazies IV vermehrt auftritt, bildet der Titanit Durchläufer (bei der Umwandlung der Hornblende zu Chlorit ansteigend).

Mineralfazielle Entwicklung der Feldspat-Amphibolite

W E



——— = typomorphe Minerale — — — = untergeordnete, beginnende od. abklingende Vorkommen

Auszug aus dem Literaturverzeichnis

ANDREATTA, C.: Stoffmobilisierung und Stoffbewegung bei der tektonischen Metamorphose. N.Jb.f.Min. 1954. - ANGEL, F.: Mineralfazies und Mineralzonen in den Ostalpen. Jb. Univ. Graz 1940. - BARTH, T.F.W.: Theoretical Petrology. London 1952. - BARTH- CORRENS- ESKOLA : Die Entstehung der Gesteine. Berlin 1939. - DÜLL, E.: Über die Eklogite des Münchberger Gneisgebietes. Geogn. Jh. München 1902. - EIGENFELD, R.: Zur petrotektonischen Analyse der Münchberger Gneismasse. Fortschr.d.Min., 31, 1953. - Bericht über den Forschungsstand der petrotektonischen Untersuchung der Münchberger Gneismasse. I 1952, II 1953. - EIGENFELD- MENDE, I.: Metamorphe Umwandlungserscheinungen an Metabasiten des Südschwarzwaldes. Mitt.Bad.Geol. LA 1948, H. 1. - ESKOLA, P.: Kristalle und Gesteine. Wien 1946. - GAERTNER v., H.R.: Probleme des Saxothuringikums. Geol.Jb. 65, 1950. - GÜMBEL v.,C.W.: Die geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenwald und dem westlichen Vorland. Gotha 1879. - KRAUS, L.: Die geologische Stellung der Prasinit-Phyllit-Serie in der Umrandung der Münchberger Gneismasse. Diss. Würzburg 1954. - RATSCHILLER, L.K.: Beiträge zur regionalen Petrographie des Vintschgau- Gebietes (Südtirol). N.Jb. f.Min.Abh.1953. - SANNEMANN, W.: Stratigraphische und tektonische Untersuchung im SW-Teil der Münchberger Gneismasse und deren Umrahmung. Diss. Würzburg 1954. - SCHEUMANN, K.H.: Über die Bedeutung der mineralfaziellen Analyse für die Auffassung der metamorphen Gesteine. Leipzig 1932. - Über die petrographische und chemische Substanzbestimmung der Gesteinsgruppe der Roten Gneise des sächsischen Erzgebirges und der angrenzenden Räume. Min.petr.Mitt. 1939. - SCHÜLLER, A.: Über epizonal verformte Magmatite des westlichen Fichtelgebirges, ihre genetische Ableitung und ihre Weiterbildung in Hornfelsfazies. Abh. Sächs.Ak.Wiss., Leipzig 1939. - Petrogenetische Studien zum Granulitproblem an Gesteinen der Münchberger Masse. Heidelbg. Beitr. 1949. - Zur tektonischen Analyse der Münchberger Gneismasse. Ztschr.D.geol.Ges. 1945 - 1947. - WURM, A.: Geologie von Bayern. 1. Nordbayern, Fichtelgebirge, Frankenwald, Berlin 1925. - Zum Problem der Münchberger Gneismasse. Ztschr. D.Geol.Ges. 103,1952. - Gedanken zum Problem der Münchberger Gneismasse. Jb.Geol.Paläont., 1954. -